ผลของสังกะสีต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย

นางสาวภัทราภรณ์ สุมันตกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2526

ISBN 974-562-812-3

007817
I16838828

EFFECTS OF ZINC ON THE ACTIVATED SLUDGE PROCESS

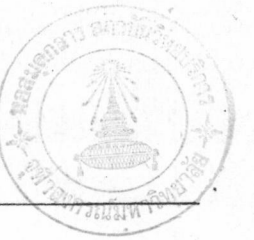
MISS PATTRAPORN SUMUNTAKULA

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Sanitary Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1983

ISBN 974-562-812-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสังกะสีต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย
โดย	นางสาวภัทราภรณ์ สุมันตกุล
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ธรรมิกรักษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพพรรณ พรประภา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรี ขาวเธียร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของสังกะสีต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย

ชื่อนิสิต นางสาวภัทราภรณ์ สุมันตกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา 2526

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้แบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย เพื่อที่จะศึกษาถึงผลของสังกะสีต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย ประเภทกวนสมบูรณ์ โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ (COD) ประมาณ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการทดลองแต่ละครั้งเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่แล้วเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลประมาณ 6 วัน จากนั้นทดลองด้วยความเข้มข้นของสังกะสีประมาณ 5 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อศึกษาถึงผลของสังกะสีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ ไนตริฟิเคชัน สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์ (Y_{max}) และสัมประสิทธิการสลายตัวของจุลินทรีย์ (k_d)

จากผลการทดลองที่สภาวะคงที่ 16 ครั้ง พบว่าความเข้มข้นของสังกะสีในระดับที่ใช้ทดลองมีผลน้อยต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ และการเกิดไนตริฟิเคชัน โดยจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์มากกว่า 90 เปอร์เซนต์ การเกิดไนตริฟิเคชันจะขึ้นกับระยะเวลาที่ตะกอนจุลินทรีย์ถูกเก็บกักอยู่ในระบบ สัมประสิทธิการเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์มีค่าในช่วง 0.22-0.50 สัมประสิทธิการสลายตัวของจุลินทรีย์มีค่าในช่วง 0.08-0.18 ต่อวัน ประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยมีค่าสูงกว่า 85 เปอร์เซนต์

Thesis Title	Effects of Zinc on The Activated Sludge Process
Name	Miss Pattraporn Sumuntakula
Thesis Advisor	Assistant Professor Suthirak Sujarittanonta, Ph.D
Department	Sanitary Engineering
Acedemic year	1983

Abstract

The purpose of this study was to conduct continuous flow laboratory experiments with laboratory scale activated sludge units to determine the effects of zinc on the completly mixed activated sludge process. A synthetic wastewater was utilized throughout this study to give chemical oxygen demand (COD) of approximately 500 mg/l, The continuous flow units were operated until steady state conditions were obtained at each mean all residence time studied and then data were recorded for an approximately 6 days period. Zinc was added to the wastewater to obtain zinc concentration of approximately 5, 10 and 15 mg/l to determine its effects on COD removal efficiency, degree of nitrification and on biokinetic constant Y_{max} and k_d.

Based on the results of 16 steady state conditions. It shows the significant effects of zinc on COD removal effieiency. The COD removal efficiency higher than 90 percent is obtained with zinc concentration as high as 15 mg/l. Nitrification is dependent on mean cell residence time. The rate of nitrification is insignificant affected by zinc concentration studied. The values of maximum microorganism cell yield coefficient (Y_{max}) is between 0.22-0.47.

The values of endogenous respiration coefficient (k_d) is between 0.08-0.18 per day. Zinc removal efficiency by activated sludge process is higher than 85 percent throughout this study.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เกิดจากข้อเสนอแนะของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมการวิจัย ที่ได้กรุณาให้แก่ผู้เขียน ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำและความช่วยเหลือสนับสนุนในการทำงานวิจัย นับตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเมื่องานนี้สำเร็จลุล่วงไป ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยและสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์เงินทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้ ทั้งให้ความช่วยเหลือสนับสนุนงานวิจัยด้วยดี ขอขอบคุณ คุณลดาวัลย์ วิษณุวนิชนันท์ และคุณธีรพล คังคะเกตุ ที่ช่วยจัดตรวจสารเคมีและวิเคราะห์โลหะหนัก

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ คุณบุญจง จรัสดำรงนิตย์ ที่ได้ให้ความรู้ทางวิชาการ คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนจัดหาตำราที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่มีประโยชน์แก่ผู้เขียนอย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์ ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการค้นคว้างานเอกสาร

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำการใช้เครื่องมือทั้งอำนวยความสะดวกในการทดลอง

ท้ายสุด ขอกราบขอบพระคุณและขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกคนของผู้เขียน สำหรับความรัก กำลังใจ ความห่วงใย และการสนับสนุนการศึกษาจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ภัทราภรณ์ สุมันตกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

รายการตารางประกอบ ..... ฌ

รายการรูปประกอบ ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 2

2. สังกะสี 4

2.1 คุณสมบัติทั่วไปของสังกะสี 4

2.2 การละลายของสังกะสี 8

2.3 สังกะสีในน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม 10

3. การบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 12

3.1 ประวัติความเป็นมาของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 12

3.2 ลักษณะทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 12

3.3 จุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 14

3.4 สภาวะแวดล้อมในการดำรงชีวิตของจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสีย ... 15
แบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย

3.5 จลนศาสตร์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 16

3.6 ไนตริฟิเคชัน 18

4. การบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอน
แขวนลอย 20

บทที่ หน้า

4.1 การกำจัดโลหะหนักโดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 20
4.2 ความเป็นพิษของโลหะหนักที่มีต่อจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 22
4.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการกำจัดโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย 23
5. การทดลอง 25
5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง 25
5.2 น้ำเสียสังเคราะห์ 28
5.3 สังกะสีที่ใช้เติมในการทดลอง 28
5.4 ขั้นตอนการทดลอง 28
5.5 การเก็บตัวอย่างน้ำ 30
5.6 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 32
6. ผลการทดลองและวิจารณ์ 34
6.1 การทดลองโดยไม่เติมสารสังกะสี 34
6.1.1 ผลการทดลองเมื่อไม่เติมสารสังกะสี ; θ_c=4.90 วัน .. 37
6.1.2 ผลการทดลองเมื่อไม่เติมสารสังกะสี ; θ_c=6.11 วัน .. 37
6.1.3 ผลการทดลองเมื่อไม่เติมสารสังกะสี ; θ_c=7.99 วัน .. 37
6.1.4 ผลการทดลองเมื่อไม่เติมสารสังกะสี ; θ_c=8.63 วัน .. 38
6.2 การทดลองเมื่อความเข้มข้นของสังกะสี 6.44 มิลลิกรัมต่อลิตร .. 38
6.2.1 ผลการทดลองเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ 6.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 4.48 วัน 41
6.2.2 ผลการทดลองเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ 6.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 8.64 วัน ... 41
6.2.3 ผลการทดลองเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ 6.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 12.42 วัน .. 42

บทที่ หน้า

6.2.4 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 6.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 16.14 วัน 42

6.3 การทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสี 10.12 มิลลิกรัมต่อลิตร 43

6.3.1 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 9.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 4.75 วัน 43

6.3.2 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 9.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 9.34 วัน 46

6.3.3 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 10.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 12.76 วัน 46

6.3.4 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 10.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 16.11 วัน 47

6.4 การทดลองด้วยความ เข้มข้นของสังกะสี 15.48 มิลลิกรัมต่อลิตร 48

6.4.1 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 15.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 4.58 วัน 48

6.4.2 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 14.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 8.97 วัน 51

6.4.3 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 15.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 13.48 วัน 51

6.4.4 ผลการทดลอง เมื่อความ เข้มข้นของสังกะสีในน้ำ เสียที่ เข้า สู่ระบบ 15.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ; θ_c = 17.82 วัน 52

6.5 ผลของสังกะสีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ 52

6.6 ผลของสังกะสีต่อปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ 54

6.7 ประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีของระบบ 54

6.8 ผลของสังกะสีต่ออัตราการใช้สารอาหารจำ เพาะ 57

6.9 ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ส่วน เกิน 57

6.10 อิทธิพลของสังกะสีต่อสัมประสิทธิการ เจริญ เติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์ (Y_{max}) และอัตราการสลายตัวจำ เพาะของจุลินทรีย์ (k_d) 57

6.11 ผลของสังกะสีต่อสัมประสิทธิการ เจริญ เติบโตปรากฏ 60

6.12 การเกิดไนตริฟิเคชัน 64

7. สรุปผลการทดลอง 68

8. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 69

เอกสารอ้างอิง 70

ภาคผนวก 73

ประวัติผู้วิจัย 91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสังกะสี	5
2.2	แสดงถึงทรัพยากรสังกะสีในแหล่งต่าง ๆ ของโลก	6
2.3	แสดงถึงปริมาณแร่สังกะสีและโลหะสังกะสีที่ผลิตได้ของโลกในปี ค.ศ.1977 ..... เทียบกับปี 1982	7
2.4	แสดงสถิติแร่สังกะสีที่ผลิตได้และส่งออกของประเทศไทย	8
2.5	แสดงถึงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสังกะสีจากโรงบำบัดน้ำเสียและโรงงานอุตสาหกรรม	11
3.1	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยประเภทต่าง ๆ	13
4.1	แสดงถึงการวัดประสิทธิภาพในการกำจัดสังกะสีด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย ซึ่งทำโดยนักวิจัยหลาย ๆ คนจากโรงบำบัดน้ำเสีย Treatment Plant (TS) Pilot Plant (PP) และ Laboratory Scale (LS)	21
5.1	ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์	29
5.2	ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์	31
6.1	ผลการทดลองเมื่อไม่เติมสารสังกะสี	35
6.2	ผลการทดลองเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ 6.44 มิลลิกรัมต่อลิตร	39
6.3	ผลการทดลองเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ 10.12 มิลลิกรัมต่อลิตร	44
6.4	ผลการทดสอบเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ 15.48 มิลลิกรัมต่อลิตร	49
6.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์ (Y_{max}) และอัตราการสลายตัวจำเพาะของจุลินทรีย์ (k_d)	62

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการละลายของ $Zn(OH)_2$ ในน้ำบริสุทธิ์กับ pH	9
3.1	แผนผังแสดงหลักการของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	14
5.1	หุ่นจำลองของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอยประเภทกวนสมบูรณ์ที่มีการเวียนตะกอนกลับ	26
5.2	รูปจำลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	27
6.1	ผลของสังกะสีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์	53
6.2	ผลของสังกะสีต่อปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ	55
6.3	การกำจัดสังกะสีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนแขวนลอย	56
6.4	ผลของสังกะสีต่ออัตราการใช้สารอาหารจำเพาะ	58
6.5	ผลของสังกะสีต่อปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกิน	59
6.6	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของจุลินทรีย์กับอัตราการใช้สารอาหารจำเพาะ	61
6.7	ผลของสังกะสีต่อสัมประสิทธิการเจริญเติบโตปรากฏของจุลินทรีย์	63
6.8	ปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจนในน้ำทิ้งที่ผ่านการกรอง	65
6.9	การเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นด่างภายในระบบ	67